

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 42 37 404 A 1

51 Int. Cl.⁵:
G 01 L 5/10
G 01 L 1/18
G 12 B 17/08
B 60 R 21/32

21 Aktzeichen: P 42 37 404.9
22 Anmeldetag: 5. 11. 92
43 Offenlegungstag: 11. 5. 94

DE 42 37 404 A 1

71 Anmelder:

Base Ten Systems Electronics GmbH, 85386 Eching,
DE

74 Vertreter:

Reinhard, H., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Skuhra, U.,
Dipl.-Ing.; Weise, R., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 80801
München

72 Erfinder:

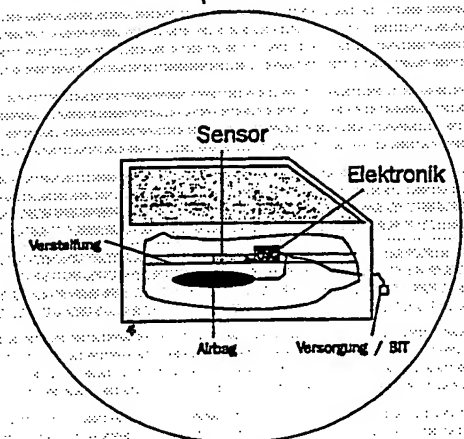
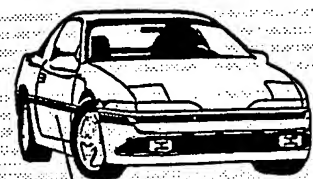
Bittner, Günther, 8011 Siegersbrunn, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	37 29 021 C2
DE	42 18 483 A1
DE	42 12 018 A1
DE	42 01 822 A1
DE	37 16 168 A1
DE-OS	23 03 362
GB	22 43 933 A
US	50 83 276
US	43 81 829
US	37 01 903
EP	05 31 989 A1
EP	05 27 492 A2
EP	05 18 381 A1
WO	90 06 247

54 Seitenairbag-Auslösesteuerung

57 Bei einem Verfahren zur Steuerung der Auslösung wenigstens eines Airbags, insbesondere im Seitenbereich von Kraftfahrzeugen, wird die Verformung einer Verstrebung bzw. einer montierten Platte mit einem dynamischen Dehnungssensor gemessen, der Verformungsgrad und die Verformungsgeschwindigkeit mit einer Elektronik bewertet, und der Airbag gezündet, wenn aufgrund der durchgeführten Bewertung eine Kollision erkannt worden ist. Die Verformung mit einem folienartigen, nach dem piezoelektrischen Prinzip arbeitenden Dehnungssensor gemessen wird, der sich in signalübertragender Verbindung mit der Elektronik befindet, durch die eine Zündendstufe ansteuerbar ist. Die Sensorfolie ist auf einer Türverstrebung oder einer zu montierenden Platte zusammen mit der Elektronik befestigt.



DE 42 37 404 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung der Auslösung wenigstens eines Airbags, insbesondere im Seitenbereich von Kraftfahrzeugen, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung eines derartigen Verfahrens.

Im Rahmen der Verbesserung der Sicherheit von Kraftfahrzeugen besteht ein Bedürfnis nach praxistauglichen Konzepten für Sensorik und Elektronik zukünftiger Seitenairbags.

Bisher sind bereits System für Frontairbags von Kraftfahrzeugen gekannt, die Sensoren aufweisen, welche nach dem Prinzip der Beschleunigungsmessung durch Fahrzeugverzögerung arbeiten. Diese vorbekannte Systemlösungen sind jedoch für Seitenairbags nicht geeignet, da hier unter anderem eine schnellere Reaktionszeit benötigt wird.

Die Erfindung zielt darauf ab, ein Verfahren zur Steuerung der Auslösung wenigstens eines Airbags, insbesondere im Seitenbereich von Kraftfahrzeugen, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung eines derartigen Verfahrens verfügbar zu machen, das bei einer preisgünstigen Realisierung den für Seitencrashes gestellten Forderungen zuverlässig Rechnung trägt.

Erfindungsgemäß wird dieses Ziel des verfahrensmäßig durch die im Patentanspruch 1 gekennzeichneten Merkmale und vorrichtungseitig durch die im Patentanspruch 15 gekennzeichneten Merkmale gelöst.

Bevorzugte Merkmale, die die Erfindung vorteilhaft weiterbilden sind den jeweils nachgeordneten Verfahrenen bzw. Vorrichtungsansprüchen zu entnehmen.

Aufgrund des erfindungsgemäßen Verfahrens wird eine wirkungsvolle und zuverlässige Auslösesteuerung für Airbags realisiert. Dabei wird der Umstand ausgenutzt, daß die Türen der neuen Autogeneration serienmäßig mit Versteifungen bzw. Verstrebungen zur Erhöhung der Sicherheit bei einer Seitenkollision ausgerüstet sein werden. Falls dies nicht der Fall ist, kann das Verfahren auch mit einer im Seitenbereich, insbesondere in der Tür, montierten Platte vorgenommen werden. Die Versteifung bzw. Verstrebung bzw. Platte wird deshalb vorteilhaft verwendet, weil hier bei geringfügigen Kollisionen, die nur zu einer Blechdelle führen würden, keine Verformungen stattfinden. Diese Verstrebungen oder Platte gerät auch nicht bei heftigem Schließen der Tür in mechanische Schwingung und eignet sich daher in besonderer Weise zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens unter Einsatz eines dynamischen Dehnungssensors inklusive Elektronik, die bevorzugt unmittelbar auf dieser Versteifung befestigt werden.

Dabei mißt der Dehnungssensor die Verformung der Verstrebung und gibt diese Informationen an eine Auswerte- und Zündelektronik weiter. Diese bewertet den Verformungsgrad und die Verformungsgeschwindigkeit und zündet im Fall einer erkannten Kollision den Airbag. Da die Reaktionszeit des Dehnungssensors auf mechanische Beanspruchung, hier insbesondere auf Biegung vorteilhaft im Mikrosekundenbereich liegt, kann in günstiger Weise eine rechtzeitige Auslösung des Airbags gewährleistet werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Verfahrens und der Vorrichtung wird die Verformung mit einem folienartigen, nach dem piezoelektrischen Prinzip arbeitenden Sensor gemessen. Der Sensor besteht bevorzugt aus einer etwa 0,5 mm dicken flexiblen Folie, die in Vorzugsrichtung angelegte mechanische Beanspruchung (Dehnung/Stauchung) in elektrische Ladung wandelt, die von der Elektronik verarbeitet werden

kann.

Nachfolgend wird die Erfindung weiter unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines dynamischen Dehnungssensors;

Fig. 2 eine Ansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Steuerung der Airbagauslösung, bei der Dehnungssensor auf einem Versteifungsrohr geklebt ist;

Fig. 3 eine Ansicht auf eine Vorrichtung zur Airbagauslöse-Steuerung, bei der der Dehnungssensor und die Elektronik auf einer Trägerplatte montiert sind;

Fig. 4 eine schematische Darstellung der Anordnung der Seitenairbagauslösesteuerung;

Fig. 5 ein Blockdiagramm der Eingangsstufe für die Steuerung;

Fig. 6 ein Blockdiagramm der Sensorelektronik und

Fig. 7 ein Blockdiagramm der Zündstufe.

In Fig. 1 ist ein dynamischer Dehnungssensor zur Verwendung bei der Airbagauslösesteuerung dargestellt. Der Dehnungssensor besteht aus einer etwa 0,5 mm dicken flexiblen Folie, die nach dem piezoelektrischen Prinzip arbeitet und die in Vorzugsrichtung auftretende Dehnung oder Stauchung in elektrische Ladungen wandelt, die von der Elektronik verarbeitet werden kann. Die Verbindung zwischen Dehnungssensor und Elektronik wird durch ein dreidrahtiges Kabel verwirklicht, bei dem der Kontakt 1 ein positives Sensorsignal, der Kontakt 2 ein negatives Sensorsignal und der Kontakt 3 einen Sensorschirm darstellt, der der Fahrzeugmasse entspricht.

Der Dehnungssensor ist direkt kontaktiert und der Stecker zur Übertragung der Sensorsignale zur Sensorelektronik ist verpolungssicher gestaltet.

Der Dehnungssensor kann in beliebigen geometrischen Abmessungen hergestellt und damit vorteilhaft bei Bedarf jedem Aufbringungsort exakt angepaßt werden. Die Befestigung des Sensors erfolgt mittels Kleber. Die Sensorfolie ist im Temperaturbereich von -40°C bis $+85^{\circ}\text{C}$ zuverlässig einsetzbar.

Fig. 2 zeigt eine der Möglichkeiten für den Einbau des Dehnungssensors und der Elektronik beispielsweise in einer Fahrzeughür an einem dort vorhandenen Versteifungsrohr. Der Dehnungssensor ist dabei mit dem Rohr verklebt und die Elektronik mittels eines Schlappverschlusses an das Versteifungsrohr gehängt und mit einer Schraube gesichert. Diese Aufstellung bietet sich an, falls der Klebevorgang während der Fahrzeugherstellung möglich ist und eine mechanische Beschädigung des Sensors auszuschließen ist.

Fig. 3 zeigt eine Trägerplatte in Form eines Federstahlträgers, auf dem der Dehnungssensor wie an dem Versteifungsrohr. Der Dehnungssensor und die zugehörige Elektronik sind auf der Trägerplatte bereits vormontiert und die komplette Trägerplatte kann mittels Schrauben an einer Türversteifung befestigt werden. Als Schutz des Dehnungssensors gegen mechanische Beschädigung kann eine nicht dargestellte zusätzliche Abdeckung vorgesehen sein.

Fig. 4 zeigt schematische Anordnung und Konzept der Seitenairbagauslösesteuerung bei einem Kraftfahrzeug in der Kraftfahrzeughür.

Fig. 5 stellt ein Blockdiagramm der Eingangsstufe der Auswertelektronik dar, die gemäß Fig. 6 aus den Blöcken Sensoreingang mit Analog/Digital-Umsetzer, Prozessoreinheit, Zündendstufe und Stromversorgung besteht.

Am Sensoreingang wird die vom Dehnungssensor bei

Beanspruchung erzeugte Ladung in Spannung gewandelt und im Rahmen der Eingangsschutzmaßnahmen begrenzt. Da Dehnung bzw. Stauchung des Sensors Ladungen mit unterschiedlichem Vorzeichen erzeugen, wird die gewandelte Spannung gleichgerichtet und dem nachfolgenden Analog/Digital-Umsetzer angeboten. Dieser übernimmt, gesteuert von der Prozessoreinheit, die Umsetzung der analogen Spannung in digitale Größen.

Die dem Analog/Digital-Umsetzer angebotene Spannung wird zusätzlich als Analogwert unter dem Titel "analoge Freigabe" ausgekoppelt und im Sicherheitskreis der Zündendstufe weiter verarbeitet.

Als Prozessoreinheit ist vorzugsweise ein 8-bit-Mikrocontroller vorgesehen, dessen Anforderungen sich im wesentlichen aus der Rechengeschwindigkeit für den Auslöseralgorithmus sowie aus den verfügbaren I/O Ports für Datenerfassung- und Steuerungszwecke ergeben.

Die in Fig. 6 angegebene Zündendstufe ist in Fig. 7 als Blockdiagramm in ihrer Funktion näher erläutert.

Als sicherheitskritische Stufe ist die Auslegung der Zündendstufe von besonderer Bedeutung. Wenngleich aus Kostengründen bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel auf eine vollständige Redundanz verzichtet wurde, kann selbstverständlich für die Praxis eine vollständige Redundanz vorgesehen sein.

Die Zündendstufe schaltet sowohl den positiven als auch den Massezweig zur Zündpille einzeln. Somit liegt die Zündpille an keinem Fahrzeugpotential an und kann auch beim Durchbruch (Kurzschluß) eines Zweiges nicht zünden. Die Zweige werden von zwei getrennten digitalen Ausgangssignalen des Prozessors getrieben, wobei in beiden Zweigen eine "UND"-Verknüpfung mit dem Signal "Analoge Freigabe (AF)" stattfindet. Somit ist eine Zündung des Airbags nur möglich, wenn sowohl Prozessor als auch Analogteil "Feuer frei" geben.

Wie in der Eingangsstufe bereits beschrieben, wird das AF Signal vor dem Analog/Digital-Umsetzer abgegriffen. In der Zündstufe wird es mittels eines Schwellenkomparators bewertet und bei ausreichender Amplitude werden dann die Wege für die digitalen Zündimpulse durchgeschaltet. Somit ergibt sich in günstiger Weise ein dreistufiges Sicherheitskonzept.

Die Funktion des AF-Signals läßt sich mit dem zweiten, wesentlich empfindlicherem Beschleunigungsmesser im Sicherheitskreis des konventionellen Airbags (Frontairbags) vergleichen.

Die Stromversorgung wandelt die 12-V-Bordspannung in die zum Betrieb der Elektronik notwendigen Spannungen. Dabei ist die komplette Versorgung der Elektronik so gebuffert, daß ein Zünden des Airbags auch nach Verlust der Bordspannung (ca. 20 ms) möglich ist.

Am Stecker für die Stromversorgung liegt auch das vom der Prozessoreinheit erzeugte statische Statussignal auf.

Die Sensorelektronik ist sowohl rein analog als auch hybrid (analog/digital) realisierbar. Aus Gründen der Flexibilität und um einen umfassenden Selbsttest zu ermöglichen, hat die Hybridlösung gewisse Vorzüge.

Das nach dem erfindungsgemäßen Verfahren gestaltbare System ist für einen intensiven "Power Up"-Selbsttest sowie eine kontinuierliche Überwachung einzelner Funktionen auslegt.

Für den "Power Up"-Test (PBIT) führt das System sofort nach dem Anlegen der Betriebsspannung einen Selbsttest durch, der sich in die folgenden drei Stufen

gliedert:

- a) Prozessor- und Speichertest,
- b) Zündendstufe und Zündpille,
- c) voller Funktionstest.

Für den Test des Prozessors und des Speichers wird im ersten Schritt die Statusleitung auf LOW (entspricht Fehlerzustand) gesetzt. Nun überprüft der Prozessor seine wichtigsten Funktionen gegen Testtabellen. Im Speichertest werden Testmuster in RAM geschrieben und zurückgelesen. Sollte das System in der Serie mit einem EEPROM zur Ablage der exakten Selbsttestergebnisse bestückt sein werden auch hier Löscho-, Schreib- und Lesefunktionen überprüft.

Im zweiten Abschnitt werden die Zündendstufen sowie die Zündpille diagnostiziert. Zu diesem Zweck werden die Ausgänge der Zweigschalter (Anschlüsse der Zündpille) über Vorwiderstände hochohmig stimuliert und getrennt zum Analog/Digital-Umsetzer zurückgeführt. Der maximal auftretende Strom durch die Zündpille wird auf 1/10 des Nennzündstroms begrenzt. Durch selektives Durchschalten der Zweigschalter und Rückmessen der resultierenden Spannungen und Ströme lassen sich folgende Aussagen treffen:

- Zündpille angeschlossen und ok,
- positiver Zündkreis ok,
- negativer Zündkreis ok.

Als letzter Schritt des Selbsttestes wird ein Funktionstest (End to End Test) durchgeführt. Hierzu wird am Sensoreingang ein "Crash" in Impulsform eingespeist. Im Gegensatz zur echten Zündung wird aber immer nur ein Zündzweig aktiviert und zurückgemessen. Hiermit wird mit Ausnahme der Sensorfunktion das vollständige System geprüft.

Nach erfolgreichem fehlerfreiem Durchlaufen der drei Selbsttestabschnitte wird die Statusleitung auf HIGH gesetzt und gehalten.

Während des Betriebs der Airbag-Elektronik wird kontinuierlich der Prozessor mit seiner Peripherie (Watchdog...) überwacht und die Statusleitung im Fehlerfalle auf LOW (HW und SW-Funktion) gesetzt. In dieser Zeit ist eine laufende Überprüfung der Gesamtfunktion (End to End) nicht möglich.

Nach erfolgreichem Passieren des Selbsttests beginnt das kontinuierliche Scannen der Sensorsignale. Die digitalisierten Werte werden einem Filterungsprozeß unterzogen und auf das Kriterium der Airbagauslösung abgeprüft. Ist das Kriterium erfüllt, werden zwei getrennte Diskrete zur Ansteuerung der Zündendstufen erzeugt und ausgegeben. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die im Rechenalgorithmus zum Einsatz kommenden Filterkoeffizienten von den mechanischen Eigenschaften der Versteifung, auf der der Sensor befestigt ist, abhängen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung der Auslösung wenigstens eines Airbags, insbesondere im Seitenbereich von Kraftfahrzeugen, mit folgenden Verfahrensschritten für jeden Airbag:

- a) die Verformung einer Verstreibung bzw. einer montierten Platte wird mit einem dynamischen Dehnungssensor gemessen;
- b) der Verformungsgrad und die Verfor-

mungsgeschwindigkeit wird mit einer Elektronik bewertet; und

c) der Airbag wird gezündet, wenn aufgrund der durchgeführten Bewertung eine Kollision erkannt worden ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verformung mit einem folienartigen, nach dem piezoelektrischen Prinzip arbeitenden Dehnungssensor gemessen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Bewertung in einer analog arbeitenden Elektronik vorgenommen wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Bewertung in einer hybrid bzw. analog/digital arbeitenden Elektronik vorgenommen wird.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die vom Dehnungssensor bei Verformungsbeanspruchung erzeugte Ladung in eine Spannung gewandelt und im Rahmen von Eingangsschutzmaßnahmen begrenzt wird, wobei die gewandelte Spannung gleichgerichtet und von einem Analog-/Digital-Umsetzer digitalisiert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß bei der hybrid arbeitenden Elektronik ein Sensoreingang zunächst digitalisiert und anschließend einer Proessoreinheit zugeführt wird, wobei mit der Proessoreinheit eine Zündendstufe mit Stromversorgung angesteuert wird.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die dem Analog-/Digital-Umsetzer angebotene Spannung zusätzlich als Analogwert ausgekoppelt und in einem Sicherheitskreis der Zündendstufe weiter verarbeitet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß in der Zündendstufe für zwei digitale Ausgangssignale der Proessoreinheit jeweils eine "UND"-Verknüpfung mit dem ausgekoppelten Analogsignal vorgenommen wird, welches zuvor mittels eines Schwellenkomparators bewertet worden ist, wobei bei ausreichender Amplitude die Wege für digitale Zündimpulse durchgeschaltet werden.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Elektronik als Proessoreinheit ein 8-bit-Mikrocontroller verwendet wird.

10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die komplette Versorgung der Elektronik so gebuffert wird, daß ein Zünden des Airbags auch nach Verlust einer Fahrzeugbordnetzspannung möglich ist.

11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß nach Anlegen einer Betriebsspannung für die Auslößungssteuerung ein Selbsttest durchgeführt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß im Rahmen des Selbsttests die Proessoreinheit mit zugehörigem Speicher und die Zündendstufe mit zugehöriger Zündpille überprüft werden und daß ein voller Funktionstest durchgeführt wird.

13. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Dehnungssensor und die Elektronik an einem vorhandenen Seitenversteifungsrohr oder einer Einbaubahnträgerplatte befestigt werden.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor aufgeklebt und die Elektronik aufgeschraubt wird.

15. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Dehnungssensor als Sensorfolie ausgebildet ist, die sich in signalübertragender Verbindung mit einer Auswertelektronik befindet, durch die eine Zündendstufe ansteuerbar ist.

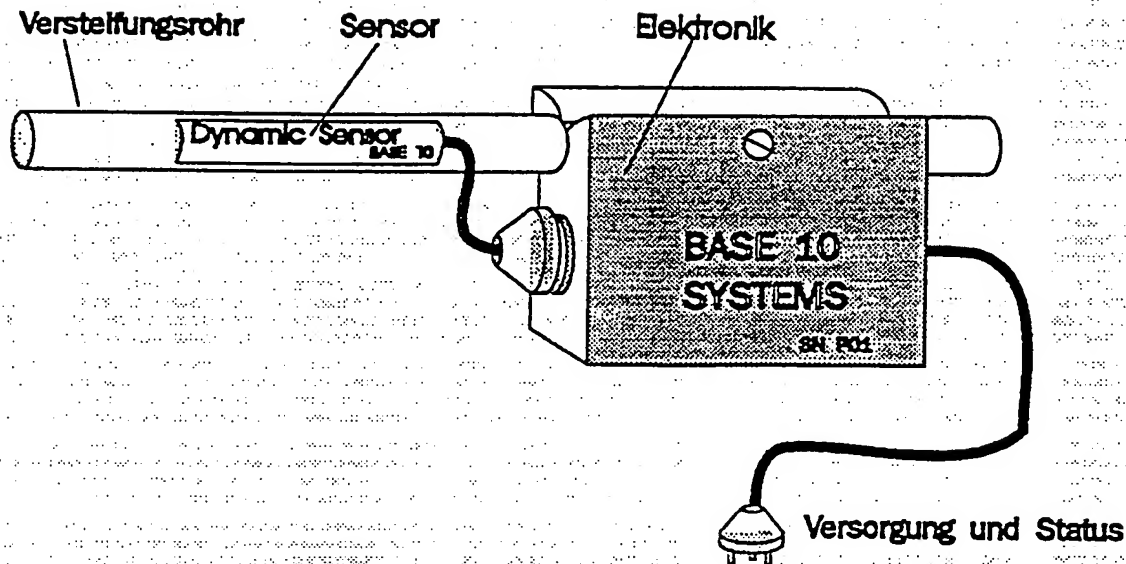
16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensorfolie an die Form einer für die Verformungsmessung vorgesehenen Verstrebung, insbesondere im Türbereich, anpaßbar ist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensorfolie an der Verstrebung oder auf eine zusätzlich im Seitenbereich montierbare Trägerplatte neben der Auswertelektronik aufgeklebt ist.

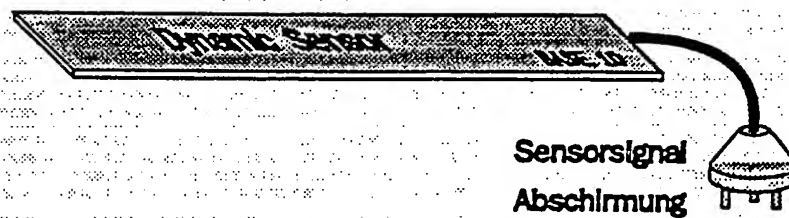
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15–17, dadurch gekennzeichnet, daß für die Sensorfolie als Schutz gegen eine mechanische Beschädigung eine zusätzliche Abdeckung vorgesehen ist.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

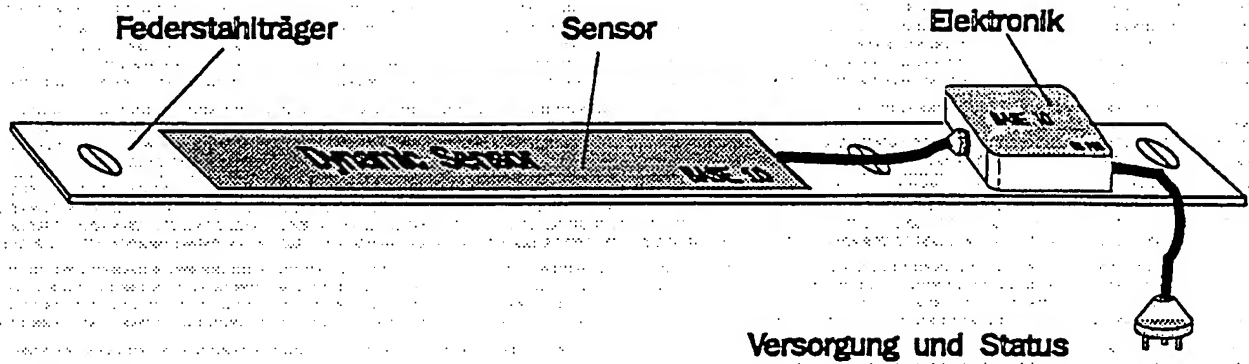
- Leerseite -



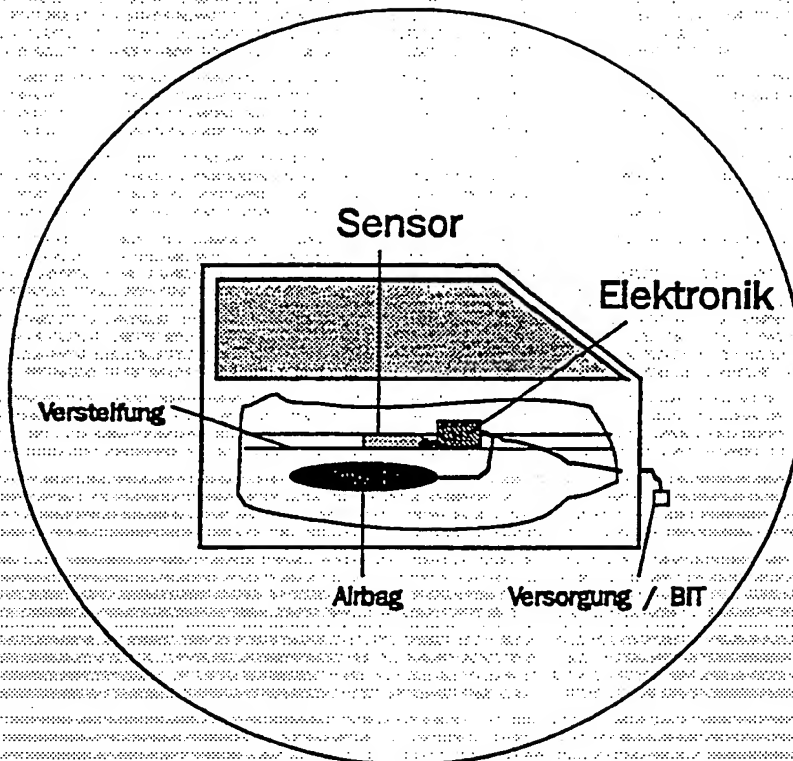
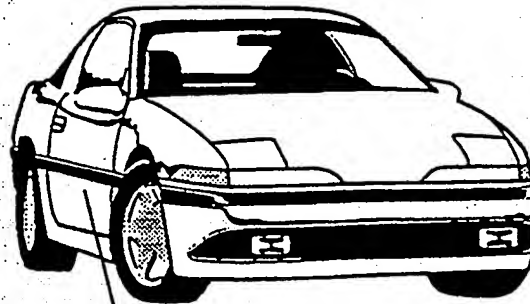
Figur 2



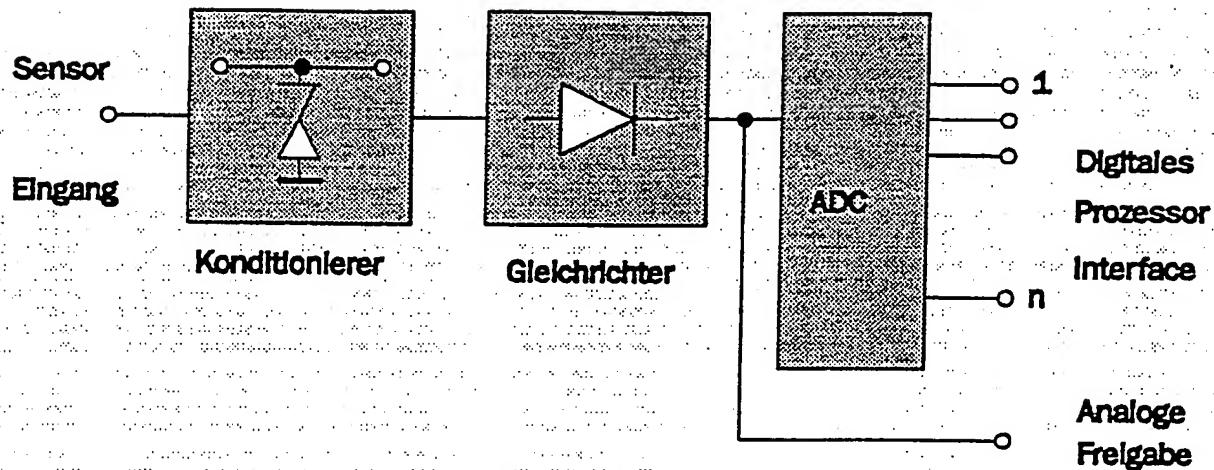
Figur 1



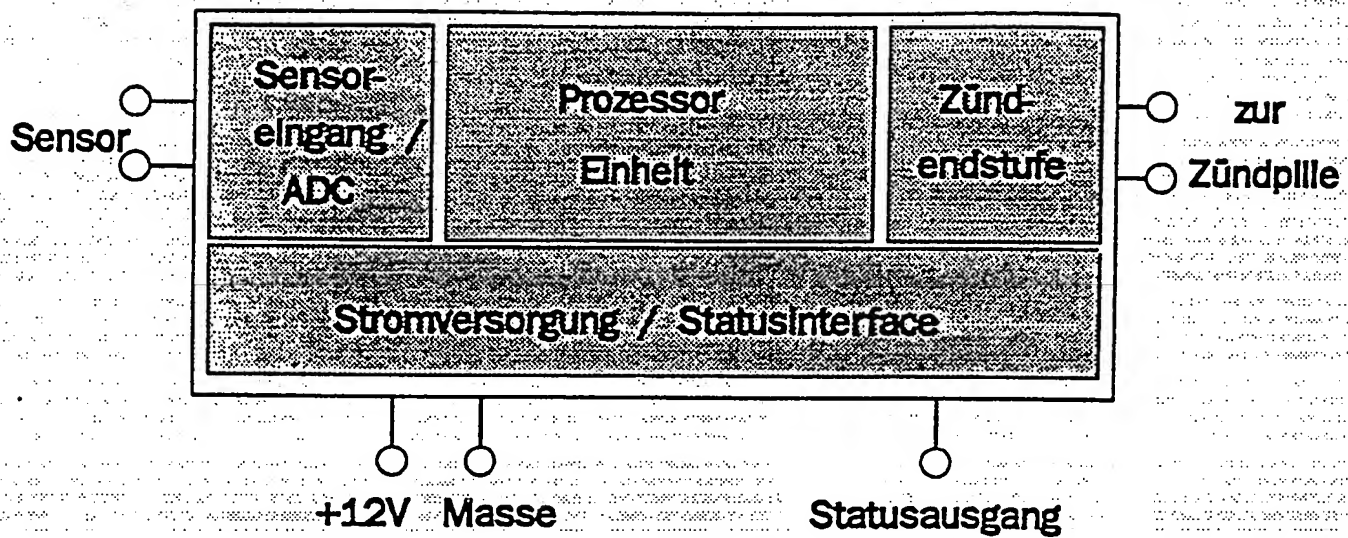
Figur 3



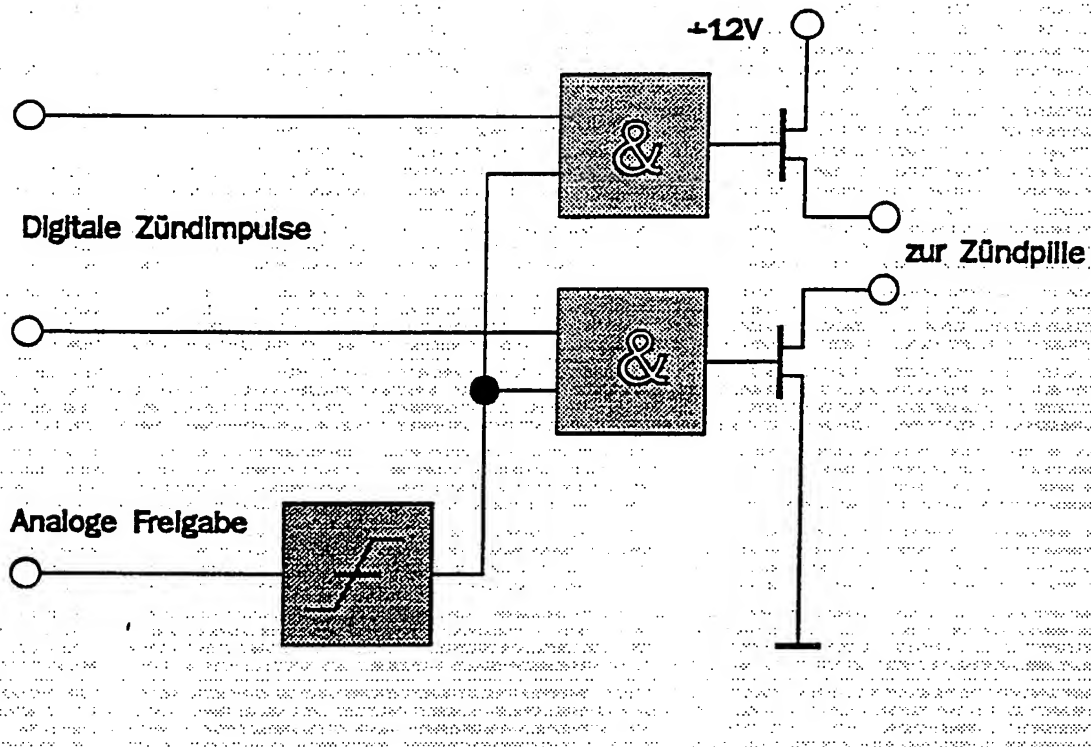
Figur 4



Figur 5



Figur 6



Figur 7